



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 41 10 195 C 2

⑤1 Int. Cl.7:
F 16 D 3/10
F 01 L 1/344
F 16 H 35/08
H 02 K 51/00
F 01 L 1/352

②1 Aktenzeichen: P 41 10 195.2-12
②2 Anmeldetag: 28. 3. 1991
④3 Offenlegungstag: 1. 10. 1992
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 10. 2. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
INA Wälzlager Schaeffler oHG, 91074
Herzogenaurach, DE

⑦4 Vertreter:
Harwardt Neumann Patent- und Rechtsanwälte,
53721 Siegburg

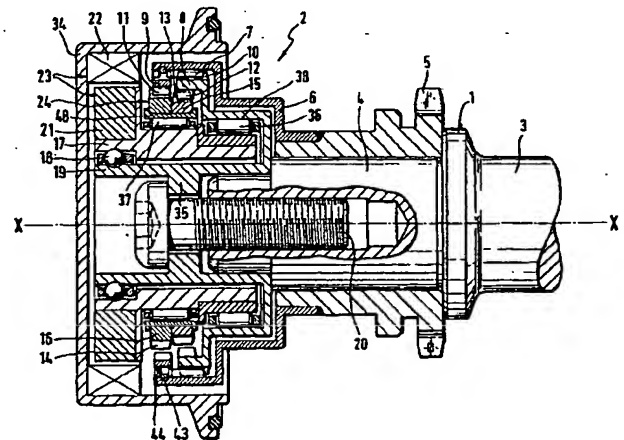
⑦2 Erfinder:
Schneider, Joachim, Dipl.-Ing., 40593 Düsseldorf,
DE; Tenberge, Peter J., Dr., 90766 Fürth, DE;
Golovatai-Schmidt, Eduard, Dipl.-Ing., 90491
Nürnberg, DE; Seegers, Hanns, Dipl.-Ing., 91074
Herzogenaurach, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 38 30 382 C1
DE 41 01 676 A1
US 44 94 496
EP 02 54 058 A2

⑤4 Verstellvorrichtung für eine Nockenwelle

⑤7 Verstellvorrichtung (2) für zwei in drehender Antriebs-
verbindung stehende Baugruppen, insbesondere zur Re-
lativverstellung einer Nockenwelle (1) zu dem sie antrei-
benden Antriebsrad (5), mit einem zwischen beiden ange-
ordneten Stellgetriebe (24), welches über einen Elektro-
motor (23) zur Verstellung antreibbar ist, wobei der Stator
(22) des Elektromotors (23) ortsfest angeordnet ist, das
Stellgetriebe (24) zusammen mit dem Rotor (21) des Elek-
tromotors (23) auf einem Wellenstück (19, 33) relativ dreh-
bar zur Nockenwelle (1) gelagert ist und das Wellenstück
(19) drehfest mit der Nockenwelle (1) verbunden ist.



DE 41 10 195 C 2

DE 41 10 195 C 2

Die Erfindung betrifft eine Verstellvorrichtung für zwei in drehender Antriebsverbindung stehende Baugruppen, insbesondere zur Relativverstellung einer Nockenwelle zu dem sie antreibenden Antriebsrad, mit einem zwischen beiden angeordneten Stellgetriebe, welches über einen Elektromotor zur Verstellung antreibbar ist.

Die optimale Ausnutzung einer Brennkraftmaschine ist unter anderem dadurch zu verbessern, daß eine von der jeweiligen Drehzahl und der Last der Brennkraftmaschine abhängige Relativverstellung zwischen der Kurbelwelle und der Nockenwelle vorgenommen wird. Hierbei besteht die Möglichkeit, einerseits die Leistungsfähigkeit der Brennkraftmaschine zu erhöhen und andererseits den Kraftstoffverbrauch zu minimieren. Der Antrieb der Nockenwelle erfolgt hierbei über eine erste Baugruppe mit einem Antriebsrad, welches von der Kurbelwelle über einen Zahn-, Riemen-, oder Kettenantrieb beaufschlagt wird. Eine Verstellvorrichtung befindet sich häufig zwischen dieser ersten Baugruppe und einer zweiten Baugruppe, die kraft- oder formschlüssig mit der Nockenwelle in Verbindung steht. Die Verstellvorrichtung besteht beispielsweise aus einem mechanischen Stellelement zur Verbindung der Nockenwellenbaugruppe und der Antriebsbaugruppe, welches zum Beispiel mit einer Keilverzahnung an beiden Baugruppen angreift oder eine Gleitbuchsenführung mit sich überdeckenden und kreuzenden Schlitzen aufweist, die in die Widerlagerelemente eingreifen. Die Widerlagerelemente sind mit dem Stellelement und die Gleitbuchsen sind mit der Antriebshaugruppe bzw. der Nockenwellenbaugruppe drehfest verbunden. Das mechanische Stellelement kann beispielsweise durch eine öldruckgesteuerte oder elektromotorisch betätigte Vorrichtung angetrieben werden.

Eine derartige Ausführung ist beispielsweise aus der EP 0 254 058 A2 mit einer Verstelleinrichtung zur Veränderung der Ventilabstimmung einer Brennkraftmaschine bekannt, die mit einem Umlaufrädergetriebe und einem Elektromotor zusammenarbeitet. Die Steuernocken der Nockenwelle für die Ventile sind mit einer Innen- bzw. einer Außenwelle verbunden. Die Innenwelle ist drehfest mit dem Sonnenrad und die Außenwelle mittelbar über eine Scheibe drehfest mit dem Hohlrad verbunden. Der Antrieb der Verstelleinrichtung erfolgt über den Planetenradträger, wobei das Umlaufrädergetriebe und der Elektromotor sowie die Nockenwelle eine gemeinsame Rotationsachse aufweisen und wobei eine Spannungsbeaufschlagung des Elektromotors eine Relativverdrehung zwischen Hohlrad und Sonnenrad über die Planetenräder bewirkt. Die Stellgenauigkeit der Verstelleinrichtung ist aufgrund der direkten Übersetzung und des unmittelbaren Eingriffs des Elektromotors auf die Innenwelle von der Stellgenauigkeit des Elektromotors abhängig. Ferner ist bei dieser Verstelleinrichtung eine Zuführung der Versorgungsspannung für den Elektromotor über Schleifringe notwendig, weil der gesamte Elektromotor rotiert, so daß die Herstellungskosten erheblich verteuert werden.

Aus der nachveröffentlichten DE 41 01 676 A1 geht eine Verstellvorrichtung hervor, die einen Elektromotor aufweist, dessen Stator ortsfest und dessen Rotor mit einem ersten Gewindeabschnitt auf einem ortsfest gehaltenen zweiten Gewindeabschnitt axial verschiebbar angeordnet ist. Bei einer relativen Drehbewegung des Rotors gegenüber dem zweiten Gewindeabschnitt erfolgt eine axiale Verstellung des Rotors und eines damit verbundenen Stellelementes. Das Stellelement ist über Schrägverzahnungen mit einem Nockenendstück einer Nockenwelle und mit einem Antriebsrad gekoppelt. Durch eine axiale Verschiebung des Stellelementes wird

somit eine Drehung des Nockenendstücks relativ zum Antriebsrad bewirkt.

Die US 4 494 496 zeigt eine Verstellvorrichtung mit zwei Hülsen, die ineinander gesteckt sind. Die eine Hülse ist mit einem Antriebsrad und die andere Hülse mit einer Nockenwelle verbunden. Die Hülsen weisen jeweils diametral gegenüberliegend schräg verlaufende Schlitze auf, wobei sich die Schlitze beider Hülsen kreuzen. Ein in den Hülsen radial verlaufender Bolzen sitzt mit Laufrollen in den Schlitzen. Der Bolzen ist in Längsrichtung der Hülsen mittels eines Elektromotors axial verschiebbar. Bei einer axialen Verschiebung des Bolzens erfolgt eine relative Drehbewegung der Hülsen zueinander, wodurch eine Verstellung des Antriebsrads gegenüber der Nockenwelle bewirkt wird.

Die DE 38 30 382 C1 zeigt eine Verstellvorrichtung mit einem Elektromotor, der über ein Planetengetriebe eine Relativverdrehung eines Trägers in Bezug auf eine Flanschswelle, die fest mit einer Nockenwelle verbunden ist, bewirkt. Der Träger sitzt mit einem Innengewinde auf einem Außengewinde der Flanschswelle, so daß eine Verdrehung eine axiale Verschiebung bewirkt. Mit dem Träger wird auch das Stellelement axial verschoben. Über Schrägverzahnungen am Stellelement wird die axiale Verschiebung des Stellelements in eine Drehbewegung der Flanschswelle und eines Antriebsrads umgesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verstellvorrichtung zur Relativverstellung zweier in drehender Antriebsverbindung stehender Baugruppen zu schaffen, die eine leichtgängige und äußerst genaue Einstellung ermöglicht.

Erfindungsgemäß ist zur Lösung dieser Aufgabe eine Verstellvorrichtung für zwei in drehender Antriebsverbindung stehende Baugruppen, insbesondere zur Relativverstellung einer Nockenwelle zu dem sie antreibenden Antriebsrad, mit einem zwischen beiden angeordneten Stellgetriebe, welches über einen Elektromotor zur Verstellung antreibbar ist, wobei der Stator des Elektromotors ortsfest angeordnet ist, das Stellgetriebe zusammen mit dem Rotor des Elektromotors auf einem Wellenstück relativ drehbar zur Nockenwelle gelagert ist und das Wellenstück drehfest mit der Nockenwelle verbunden ist, vorgesehen.

Durch die Verwendung eines Stellgetriebes in Verbindung mit einem Zusatzantrieb durch einen Elektromotor besteht die Möglichkeit, eine äußerst exakte und feinfühligkeit Einstellung der Relativverstellung der beiden in drehender Antriebsverbindung stehenden Baugruppen zu ermöglichen. Durch die ortsfeste Anordnung des Stators im Gehäuse ist eine Spannungszuführung ohne Schleifringe möglich. Durch eine Lagerung des Rotors und Teilen des Stellgetriebes auf einem Wellenstück, daß mit der Nockenwelle verbunden ist, können die Reibungsverluste im Normalbetrieb klein gehalten werden.

In einer ersten Ausführungsform ist vorgesehen, daß das Stellgetriebe ein Umlaufrädergetriebe mit zwei Hohlrädern und zwei miteinander verbundenen Planetenrädern ist und die Verstellung durch ein drittes Getriebeteil erfolgt, wobei das erste Hohlrad drehfest mit dem Antriebsbauteil und das zweite Hohlrad drehfest mit dem Abtriebsbauteil verbunden ist und das dritte Getriebeteil mit dem Rotor des Elektromotors drehfest verbunden ist, welcher bei konstanter Phasenlage der beiden Bauteile gleichschnell mitdreht.

Durch die Verwendung eines Umlaufrädergetriebes mit zwei Hohlrädern und zwei miteinander verbundenen Planetenrädern wird die Genauigkeit der Einstellung wesentlich verbessert, weil mehrere Umdrehungen des Elektromotors erforderlich sind, um eine Relativverstellung zwischen den beiden Hohlrädern durchzuführen.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das

3 dritte Getriebeteil der Planetenradträger ist und daß das Antriebsrad als Antriebsbauteil und die Nockenwelle als Abtriebsbauteil vorgesehen ist.

Die Verzahnungen der Planetenräder stehen hierbei jeweils mit einer korrespondierenden Verzahnung der Hohlräder in Eingriff. Ein weiterer Vorteil dieser Getriebeeinheit besteht in der Möglichkeit einer äußerst dünnwandigen Ausführung der Hohlräder und Planetenräder, wodurch eine Gewichtseinsparung und deutliche Verringerung der Antriebsenergie erzielt wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Planetenräder oder die Hohlräder jeweils geringfügig unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.

Um die Genauigkeit der Einstellung weiterhin zu verbessern, können aber auch die Planetenräder und die Hohlräder jeweils geringfügig unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.

Durch die jeweils geringfügig unterschiedlich ausgelegte Zähnezahl der Hohlräder oder Planeten, wird die Standüberetzung ungleich 1, liegt aber sehr nahe bei 1.

In besonderer Ausgestaltung der ersten Ausführungsvariante der Verstellvorrichtung ist vorgesehen, daß die beiden Planetenräder ein gemeinsames Lager mit einem Innenring aufweisen, der eine zur Laufbahnfläche exzentrische Bohrung mit dem Maß des Achsabstandes des Planetengetriebes aufweist und der Innenring auf einem zentrisch zur Mittellinie der Nockenwelle liegenden Absatz des Planetenradträgers sitzt.

Hierdurch wird eine besonders einfache und kostengünstige Herstellung der Verstellvorrichtung erzielt.

Damit auch im Störfall der Verstellvorrichtung die Motorfunktion aufrechterhalten werden kann, ist vorgesehen, daß die Relativverstellung auf einen maximalen Verstellwinkel begrenzt ist.

Umlaufrädergetriebe der oben beschriebenen Bauart haben die für diese Anwendung vorteilhafte Eigenschaft der Selbsthemmung, d. h. ohne aktives Drehmoment am Planetenradträger läßt sich diese Getriebe nicht verstellen, unabhängig davon, wie hoch die Hohlradrehmomente sind. In Betriebszuständen ohne Verstellung dreht das Getriebe als Block um, ohne daß der Elektromotor ein Drehmoment überträgt. Durch den Einsatz von Reibelementen zwischen den beiden Hohlrädern oder anderen Getriebeteilen kann die Selbsthemmung noch vergrößert werden.

In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß das Stellgetriebe eine Gewindespindel mit einem ersten und zweiten Gewindeabschnitt umfaßt, wobei ein axial bewegliches Stellelement in Form einer Hülse zur Relativverstellung nach dem Prinzip der schiefen Ebene koaxial zwischen dem An- und Abtriebsbauteil angeordnet und drehfest mit einem der Gewindeabschnitte verbunden ist und daß der zweite Gewindeabschnitt durch den Elektromotor antreibbar ist.

Durch die Verwendung einer Gewindespindel mit einem Innen- und Außengewindeabschnitt besteht ebenfalls die Möglichkeit, eine feinfühligke und exakte Einstellung der beiden in drehender Antriebsverbindung stehenden Bauteile vorzunehmen. Einer der beiden Gewindeabschnitte ist hierbei unmittelbar durch den Elektromotor antreibbar, während der zweite Gewindeabschnitt mit dem Stellelement verbunden ist, welches zur Relativverstellung nach dem Prinzip der schiefen Ebene koaxial zwischen den beiden Bauteilen angeordnet ist. Durch die Stelhülse wird der Herstellungsaufwand erheblich reduziert, so daß beispielsweise die Verstellung einer Nockenwelle gegenüber dem sie antreibenden Antriebsrad mit großer Genauigkeit vorgenommen werden kann. Ebenso wie bei dem erstgenannten Ausführungsbeispiel weist der Elektromotor und die sich drehenden Bau-

teile eine gemeinsame Rotationsachse auf, wobei der Stator des Elektromotors ortsfest gehalten ist. Hierdurch ist es möglich, ebenso wie bei dem erstgenannten Ausführungsbeispiel, eine Zuführung der Spannungsversorgung unmittelbar zum Stator vorzunehmen. Schleifringe oder dgl. werden nicht benötigt. Die Lagerung des Stellgetriebes und des Rotors kann wie bei der ersten Ausführungsvariante erfolgen.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der zweite Gewindeabschnitt Bestandteil des axial festen, aber drehbar gelagerten Rotors ist und daß das Stellelement unmittelbar mit einem ersten Gewindeabschnitt auf dem zweiten Gewindeabschnitt axial beweglich gelagert ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Stellelement eine Innen- und eine Außenkeilverzahnung aufweist, von denen eine in Eingriff mit dem Antriebsrad und eine in Verbindung mit dem Innenteil steht, welches drehfest mit dem Nockenendstück verbunden ist und mindestens eine der Keilverzahnungen als Schrägverzahnungen ausgebildet sind.

Das Stellelement weist eine Innen- und Außenkeilverzahnung auf, mit dem es in die korrespondierende Verzahnung des Antriebsrades und der Nockenwelle eingreift. Mindestens eine der beiden Verzahnungen ist hierbei als Schrägverzahnung ausgebildet, so daß bei einer Axialbewegung des Stellelementes eine exakte und genaue Relativverstellung der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle erfolgen kann, wobei der Platzbedarf äußerst gering ist.

Des weiteren ist es denkbar, daß mehrere Stellelemente mit Verstellvorrichtungen ausgestattet sind, die beispielsweise mit ineinandergeschobenen Nockenwellen zusammenarbeiten und entsprechende Ausnehmungen für die Nocken einer Nockenbaugruppe aufweisen, wobei eine Relativverstellung gegeneinander und/oder zur Kurbelwelle möglich ist.

Um eine sichere Mitnahme der Nockenwelle und der Getriebeeinheit durch das Antriebsrad zu gewährleisten, ist vorgesehen, daß das Gewinde der ersten und zweiten Gewindeabschnitte ein leichtgängiges, aber im selbsthemmenden Bereich arbeitendes Gewinde ist.

Zur Reduzierung des Herstellungsaufwandes ist weiterhin vorgesehen, daß der Elektromotor ein Hohlwellenmotor ist und daß der Rotor koaxial inner- oder außerhalb des Stators angeordnet ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Rotor des Elektromotors aus einem dauermagnetischen Werkstoff besteht, damit Zuleitungen für den Rotor entfallen können und die Herstellung des Elektromotors wesentlich verbilligt wird.

Bei beiden Ausführungsvarianten der Verstellvorrichtung ist vorgesehen, daß die Relativverstellung durch ein kurzzeitiges Schneller- oder Langsamerlaufen des Elektromotors gegenüber den beiden Bauteilen erfolgt.

Die Erfindung wird anhand von mehreren Ausführungsbeispielen, die in der Zeichnung dargestellt sind, näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 eine teilweise geschnittene Ansicht einer Verstellvorrichtung mit einem Umlaufrädergetriebe und einem Elektromotor als Verstellantrieb,

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform der Verstellvorrichtung gemäß Fig. 1, und

Fig. 3 eine Verstellvorrichtung gemäß Fig. 3 mit einem mit der Nockenwelle drehfest verbundenen Wellenstück.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen in einer geschnittenen Darstellung das Ende einer Nockenwelle 1, welche mit einer Verstellvorrichtung 2 eine Relativverstellung der Nockenwelle 1 gegenüber der Kurbelwelle ermöglicht. Die Nockenwelle 1 be-

steht aus einem Wellenkörper 3 und einem Nockenendstück 4. Ein Antriebsrad 5 ist über einen Zahn-, Zahnriemen- oder Kettentrieb mit der Kurbelwelle und mit einer radial erweiterten Verlängerung 6 verbunden.

Die Verlängerung 6 des Antriebsrades 5 ist nach Fig. 1 und 2 mit einer innenliegenden Verzahnung 7 für das zweite Hohlrad 8 ausgestattet, während eine direkte drehfeste Verbindung mit dem ersten Hohlrad 9 besteht. Die Verzahnung 7 ist in diesem Fall als formschlüssige Verdrehbegrenzung ausgebildet, d. h. es ist eine Nut über einen größeren Umfangsabschnitt ausgebildet, in dem ein oder mehrere korrespondierende Zähne 10 des zweiten Hohlrades 8 in einem bestimmten Winkelbereich relativ verdrehbar angeordnet sind. Die Nut und der Zahn 10 bestimmen hierbei den maximalen Verdrehwinkel der Verstellvorrichtung 2. Erfolgt eine Anlage des Zahnes 10 an eine der Seitenflanken der Nut, wird das zweite Hohlrad 8 in der einen oder anderen Richtung mitgeschleppt. Die beiden Hohlräder 8, 9 sind jeweils mit einer Innenverzahnung 11, 12 ausgestattet, welche in Eingriff mit den jeweiligen Außenverzahnungen 13, 14 der Planetenräder 15, 16 stehen. Die beiden Planetenräder 15, 16 weisen vorzugsweise Außenverzahnungen 13, 14 mit einer unterschiedlichen Anzahl von Zähnen auf. Beispielsweise kann das erste Planetenrad 15 mit 27 Zähnen und das zweite Planetenrad 16 mit 28 Zähnen ausgestattet sein. Dann können die korrespondierenden Innenverzahnungen 11, 12 der Hohlräder 8, 9 unterschiedlich mit z. B. 30 bzw. 29 Zähnen ausgestattet sein. Es ist aber auch denkbar, daß die Verzahnungen der Planetenräder 15, 16 gleiche Zähnezahlen aufweisen und daß über Profilverschiebungen der dann unterschiedlichen Hohlräder 8, 9 eine geeignete Getriebeübersetzung erzielt wird.

Die beiden Planetenräder 15, 16 sind bei den Ausführungen gemäß den Fig. 1 und 2 exzentrisch über das Lager 37 auf dem Planetenradträger 17 gelagert. Der Planetenradträger 17 ist selbst wiederum über ein erstes Lager 18 auf dem zum Innenteil 35 gehörenden Wellenstück 19 und über ein zweites Lager 36 in der Bohrung 38 des zweiten Hohlrades 8 gelagert. Das zweite Hohlrad 8 und das Wellenstück 19 sind Bestandteil des Innenteiles 35, welches zur Festlegung des zweiten Hohlrades 8 auf dem Nockenendstück 4 über eine Schraube 20 dient. Ferner sind die beiden Planetenräder 15, 16 drehfest miteinander verbunden und auf einer Hülse 48 aufgenommen, die als Außenring des Lagers 37 dient.

In Fig. 2 ist ebenfalls eine exzentrische Lagerung der beiden Planetenräder 15, 16 dargestellt. Die beiden Planetenräder 15, 16 weisen hierbei ein gemeinsames Lager 37 mit einem Innenring 39 und einer Hülse 48 als Außenring der drehfest miteinander verbundenen Planetenräder 15, 16 auf, wobei der Innenring 39 eine zur Laufbahnfläche 40 exzentrische Bohrung 41 mit dem Maß des Achsabstandes des Planetenradgetriebes aufweist. Der Innenring 39 sitzt auf einem zentrisch zur Mittellinie X der Nockenwelle 1 liegenden Absatz 42 des Planetenradträgers 17.

Das erste Hohlrad 9 ist in beiden Ausführungsbeispielen über ein Sicherungsmittel 43 axial fest in der Verlängerung 6 des Antriebsrades 5 gehalten, wobei das Sicherungsmittel 43 in einer äußeren Nut 44 des ersten Hohlrades 9 einliegt.

Der Planetenradträger 17 ist ferner mit dem Rotor 21 des Elektromotors 23 drehfest verbunden, während der Stator 22 des Elektromotors 23 ortsfest im Gehäuse 34 der Verstellvorrichtung 2 angeordnet ist. Bei einem Antrieb der Nockenwelle 1 über das Antriebsrad 5 erfolgt eine Mitnahme des Wellenkörpers 3 über ein Stellgetriebe 24, welches als Umlaufrädergetriebe ausgebildet ist. Die Zähnezahlen der Verzahnungen 11, 12 bzw. 13, 14 der Hohlräder 8, 9 und der Planetenräder 15, 16 ergeben eine solche Getriebeübersetzung, daß die Verstellvorrichtung 2 selbstthennend

arbeitet. Im Falle einer Rotation ohne Beaufschlagung des Elektromotors 23 drehen sich somit das Antriebsrad 5, der Wellenkörper 3 und der Rotor 21 des Elektromotors 23 gleichschnell. Bei einer Beaufschlagung des Elektromotors 23 erfolgt ein kurzzeitiges Schneller- oder Langsamerlaufen des Rotors 21 gegenüber der Nockenwelle 1 und dem Antriebsrad 5. Aufgrund der Getriebeübersetzung erfolgt eine langsame und stetig zunehmende Relativverdrehung der beiden Hohlräder 8, 9 zueinander. Hierbei ist die Verstellung durch mehrere Umdrehungen des Elektromotors 23 notwendig, so daß die Stellgenauigkeit besonders feinfühlig und exakt vorgenommen werden kann.

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt, die ebenfalls mit einem Elektromotor 23 eine Relativverstellung ermöglicht. Zu diesem Zweck ist die Verlängerung 6 des Antriebsrades 5 mit einer innenliegenden Keilverzahnung 25 ausgestattet. Das Innenteil 35 weist eine außenliegende Keilverzahnung 26 auf und ist mittels einer Befestigungsschraube 20 mit dem Nockenendstück 4 der Nockenwelle 1 drehfest verbunden, wobei die Nockenwelle 1 koaxial zum Antriebsrad 5 gelagert ist. Die Keilverzahnung 25 der Verlängerung 6 und die Keilverzahnung 26 des Innenteiles 35 greifen nicht unmittelbar ineinander, sondern sind mittelbar über ein Stellelement 27 mit einer Außenkeilverzahnung 28 und einer Innenkeilverzahnung 29 zur Drehmomentübertragung verbunden. Das Stellelement 27 ist axial verschieblich gelagert und wird durch die Verstellvorrichtung 2 axial bewegt. Zur Relativverstellung der Nockenwelle 1 gegenüber dem Antriebsrad 5 sind die Außenkeilverzahnung 28 und/oder die Innenkeilverzahnung 29 als Schrägverzahnung ausgebildet, so daß nach dem Prinzip der schiefen Ebene bei einer axialen Verlagerung des Stellelementes 27 eine Relativdrehung des Antriebsrades 5 gegenüber der Nockenwelle 1 erzielt wird. Das Stellelement 27 weist an dem der Verzahnung gegenüberliegenden Ende einen Ansatz 30 auf, der über einen ersten Gewindeabschnitt 31 auf dem zweiten Gewindeabschnitt 32 aufgenommen ist. Der erste und zweite Gewindeabschnitt 31, 32 stellen das Stellgetriebe 24 dar. Der zweite Gewindeabschnitt 32 ist hierbei unmittelbar an dem Rotor 21 des Elektromotors 23 drehfest angebracht. Der Rotor 21 ist auf dem Innenteil 35, bzw. einer als Wellenstück 19 gestalteten Verlängerung des Innenteils 35 gelagert.

Auf dem Wellenstück 19 ist die Hülse 45 über Kugellager 46, 47 drehbar gelagert. Die Hülse 45 weist auf ihrem Außenumfang den zweiten Gewindeabschnitt 32 auf und ist mit dem Rotor 21 des Elektromotors 23 drehfest verbunden.

Der Stator 22 des Elektromotors 23 ist, wie bei den beiden erstgenannten Ausführungsbeispielen ebenfalls im Gehäuse 34 ortsfest gehalten, so daß für die Spannungsbeaufschlagung des Elektromotors 23 keine Schleifringe erforderlich sind. Eine Mitnahme der Nockenwelle 1 durch das Antriebsrad 5 erfolgt über die Keilverzahnungen 25, 26 und 28, 29 der Verlängerung 6 des Antriebsrades, des Innenteiles 35 bzw. des Stellelementes 27. Die Gewindeabschnitte 31, 32 sind so ausgelegt, daß sie im selbstthennenden Bereich arbeiten. Im Falle einer Spannungsbeaufschlagung des Elektromotors 23 erfolgt wie bei den erstgenannten Ausführungsbeispielen ein kurzzeitiges Schneller- oder Langsamerlaufen des Elektromotors 23, so daß die Nockenwelle 1 durch axiale Verschiebung des Stellelementes 27 gegenüber dem Antriebsrad 5 relativ gedreht wird.

Bezugszeichenliste

- 1 Nockenwelle
- 2 Verstellvorrichtung
- 3 Wellenkörper

4 Nockenendstück	
5 Antriebsrad	
6 Verlängerung	
7 Verzahnung	
8 zweites Hohlrad	5
9 erstes Hohlrad	
10 Zahn	
11, 12 Innenverzahnung der Hohlräder	
13, 14 Außenverzahnung der Planeten	
15, 16 Planetenrad	10
17 Planetenradträger	
18 Lager	
19 Wellenstück	
20 Befestigungsschraube	
21 Rotor	15
22 Stator	
23 Elektromotor	
24 Stellgetriebe	
25 Keilverzahnung der Verlängerung	
26 Keilverzahnung des Innenteils	20
27 Stellelement	
28 Außenkeilverzahnung des Stellelementes	
29 Innenkeilverzahnung des Stellelementes	
30 Absatz	
31 erster Gewindeabschnitt	25
32 zweiter Gewindeabschnitt	
33	
34 Gehäuse	
35 Innenteil	
36 Lager	30
37 Lager	
38 Bohrung des zweiten Hohlrades	
39 Innenring	
40 Laufbahnfläche	
41 Bohrung	35
42 Absatz des Planetenradträgers	
43 Sicherungsmittel	
44 Nut	
45 Hülse	40
46 Lager	
47 Lager	
48 Hülse	

Patentansprüche

1. Verstellvorrichtung (2) für zwei in drehender Antriebsverbindung stehende Baugruppen, insbesondere zur Relativverstellung einer Nockenwelle (1) zu dem sie antreibenden Antriebsrad (5), mit einem zwischen beiden angeordneten Stellgetriebe (24), welches über einen Elektromotor (23) zur Verstellung antreibbar ist, wobei der Stator (22) des Elektromotors (23) ortsfest angeordnet ist, das Stellgetriebe (24) zusammen mit dem Rotor (21) des Elektromotors (23) auf einem Wellenstück (19, 33) relativ drehbar zur Nockenwelle (1) gelagert ist und das Wellenstück (19) drehfest mit der Nockenwelle (1) verbunden ist.

2. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellgetriebe (24) ein Umlaufrädergetriebe mit zwei Hohlradern (8, 9) und zwei miteinander verbundenen Planetenrädern (15, 16) ist und die Verstellung durch ein drittes Getriebe teil erfolgt, wobei das erste Hohlrad (9) drehfest mit dem Antriebsbauteil und das zweite Hohlrad (8) drehfest mit dem Abtriebsbauteil verbunden ist und das dritte Getriebe teil mit dem Rotor (21) des Elektromotors (23) drehfest verbunden ist, welcher bei konstanter Phasenlage der beiden Bauteile gleichschnell mitdreht.

3. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellgetriebe (24) eine Gewinde spindel mit einem ersten (31) und zweiten Gewinde abschnitt (32) umfaßt, wobei ein axial bewegliches Stell element (27) in Form einer Hülse zur Relativverstellung nach dem Prinzip der schiefen Ebene koaxial zwischen dem An- und Antriebsbauteil angeordnet und drehfest mit einem der Gewindeabschnitte (31, 32) verbunden ist und daß der zweite Gewindeabschnitt (32) durch den Elektromotor (23) antreibbar ist.

4. Verstellvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das dritte Getriebe teil der Planeten radträger (17) ist.

5. Verstellvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsrad (5) als Antriebsbauteil und die Nockenwelle (1) als Abtriebsbauteil vorgesehen ist.

6. Verstellvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenräder (15, 16) und/oder die Hohlräder (8, 9) jeweils geringfügig unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.

7. Verstellvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Planetenräder (15, 16) ein gemeinsames Lager mit einem Innenring (39) aufweisen, der eine zur Laufbahnfläche (40) exzentrische Bohrung (41) mit dem Maß des Achsabstandes des Planetenradgetriebes aufweist und der Innenring (39) auf einem zentrisch zur Mittellinie der Nockenwelle (1) liegenden Absatz (42) des Planetenradträgers (17) sitzt.

8. Verstellvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativverstellung auf einen maximalen Verstellwinkel begrenzt ist.

9. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Gewindeabschnitt (32) Bestandteil des axial festen, aber drehbar gelagerten Rotors (21) ist und daß das Stellelement (27) unmittelbar mit dem ersten Gewindeabschnitt (31) auf dem zweiten Gewindeabschnitt (32) axial beweglich gelagert ist.

10. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement (27) eine Innen-(29) und eine Außenkeilverzahnung (28) aufweist, von denen eine in Eingriff mit dem Antriebsrad (5) und eine in Verbindung mit dem Innenteil (35) steht, welches drehfest mit dem Nockenendstück (4) verbunden ist und mindestens eine der Keilverzahnungen (28, 29) als Schrägverzahnungen ausgebildet sind.

11. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewinde der ersten (31) und zweiten Gewindeabschnitte (32) ein leichtgängiges, aber im selbsthemmenden Bereich arbeitendes Gewinde ist.

12. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (23) ein Hohlwellenmotor ist und daß der Rotor (21) koaxial inner- oder außerhalb des Stators (22) angeordnet ist.

13. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (21) des Elektromotors (23) aus einem dauermagnetischen Werkstoff besteht.

14. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativverstellung durch ein kurzzeitiges Schneller- oder Langsamlaufen des Elektromotors (23) gegenüber den beiden Bauteilen erfolgt.

